

INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y TERRESTRES QUE MUESTRAN DISTURBIOS EN ÁREAS DEL MONTE AUSTRAL – PATAGONIA ARGENTINA

¹ Manacorda AM., ² Alvarez AS., ³ Pezzullo SD., ⁴ Navarro MC.

manacorda@speedy.com.ar - anahisalvarez@yahoo.com.ar - desypezzullo@hotmail.com
mcecilianavarro@hotmail.com

¹ FACiAS – UNCo, Buenos Aires N° 1400 (8300) - Neuquén, Argentina 0299 - 154066579

² FACiAS – UNCo, Buenos Aires N° 1400 (8300) - Neuquén, Argentina 0299 - 154025546

³ FACiAS – UNCo, Buenos Aires N° 1400 (8300) - Neuquén, Argentina 0299 - 154236149

⁴ FACiAS – UNCo, Buenos Aires N° 1400 (8300) - Neuquén, Argentina 0299 - 154697909

En la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud de la Universidad Nacional del Comahue funciona el “Centro de Estudios Para el Hábitat Sustentable” que coordina y gestiona procesos de investigación sobre Desarrollo Sustentable y el “Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Norpatagonia” que realiza estudios relacionados con sistemática y biodiversidad, ecología de poblaciones y comunidades. El objetivo del trabajo es comentar líneas de investigación relacionadas a perturbaciones ecológicas en ecosistemas del Monte Austral, realizadas por docentes-investigadores nucleados en dichas organizaciones. La metodología empleada se basa en: salidas a campo para relevar flora y fauna, determinar heterogeneidad ambiental/ecológica y especies clave e indicadoras, tomar muestras de suelo y agua de ambientes contaminados para análisis microbiológicos, y análisis estadístico de los datos. Algunas de estas investigaciones aún están en desarrollo, los resultados preliminares demuestran: contaminación de origen fecal en arroyos y suelos regionales urbanos, presencia de microorganismos hidrocarburolíticos en suelos contaminados por actividad petrolera, disminución de la cobertura vegetal y alteración en la composición y distribución de la fauna de los ecosistemas del Monte Austral. Conclusión: para mitigar estos disturbios se debe insistir en la educación ambiental, fomentando el respeto y valoración de los recursos naturales y mejorar la gestión urbano/ambiental.

Introducción

En la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud (FACiAS) de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), funciona un “**Centro de Estudios para el Hábitat Sustentable**” (CeHaS). Este consorcio científico fue creado en el año 2005 a instancias de la Escuela Superior de Salud y Ambiente, actual FACiAS³. El CeHaS es un ente universitario que coordina y gestiona procesos de investigación sobre Desarrollo Sustentable, efectuando transferencia de los conocimientos específicos generados en su marco al sector externo, tanto público como privado, a nivel nacional e internacional. El objetivo principal es contribuir al desarrollo regional y nacional y a la transformación social, por medio de la generación y apropiación de conocimiento, y la aplicación del mismo en la sociedad. Dentro de este Centro existen distintos grupos de trabajo, uno de los cuales es el área de Microbiología Ambiental, al cual pertenecen parte de los profesionales autores de este trabajo.

En esta Facultad también funciona el “**Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Norpatagonia**” (LIEN) creado en el año 2005⁴. El equipo de investigadores del LIEN realiza estudios relacionados con sistemática y biodiversidad, ecología de poblaciones y comunidades en áreas naturales y modificadas por el hombre. A estas temáticas ecológicas se agregan líneas de investigación relacionadas a restauración ecológica, gestión, ecofisiología, planificación y herramientas informáticas para teledetección.

Ambas entidades están integradas por docentes-investigadores de la carrera Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental, cuyas líneas de trabajo de investigación en los últimos años versaron en:

- evaluación de la calidad de los recursos hídricos y del suelo en un área urbana, por vertido de efluentes crudos,
- evaluación de la presencia de microorganismos degradadores de hidrocarburos (hidrocarburolíticos) en suelos contaminados con petróleo y en áreas sin contaminación aparente pero destinada al desarrollo de esta actividad industrial,

³ Centro de Estudios sobre Hábitat Sustentable de la Universidad Nacional del Comahue (CeHaS). Escuela Superior de Salud y Ambiente, UNCo. Resolución 416/05. Año 2005. Neuquén.

⁴ Laboratorio de Investigaciones Ecológicas en Norpatagonia. Escuela Superior de Salud y Ambiente, UNCo. Resolución N° 719/05. Año 2005. Neuquén.

- análisis de parámetros biológicos y ecológicos tendientes a evaluar el efecto de las perturbaciones producidas por el hombre y las respuestas a las intervenciones en ecosistemas áridos de la Patagonia.

Marco teórico

El marco teórico que fundamenta los objetivos de las investigaciones se basa en que el desarrollo sustentable de la sociedad incluye, entre otras, una dimensión ambiental.

El desarrollo sustentable se trata de una metodología, al mismo tiempo que un objetivo normativo, un modelo para la planificación y una estrategia que incluye el manejo adecuado del ambiente (Redclift, 1991). Constituyendo una forma de utilizar y transformar la naturaleza que minimiza la degradación del ecosistema sobre el cual se sustentan la productividad y la habitabilidad (Rabinovich, 1994).

Una de las condiciones de la sustentabilidad es que cada ecosistema debe ser utilizado de acuerdo a su capacidad de generar y regenerar recursos. La racionalidad de lo sustentable se basa en las necesidades de la sociedad y sus relaciones con el ambiente. El progreso de la sociedad debe ser equilibrado, para mantener una baja tasa de utilización de aquellos recursos que no se renuevan, o lo hacen en un largo plazo, para no entregar a las generaciones futuras un mundo sin recursos (Reboratti, 2000).

El agua y el suelo representan los hábitats microbianos más significativos, en términos de biomasa microbiana como de actividad de microorganismos. Tal actividad es esencial para el mantenimiento del ambiente (Grant, 1989; Atlas, 1998; Osborn, 2005).

Los microorganismos interactúan entre sí y con su entorno inmediato, jugando un papel muy importante en mantener las condiciones adecuadas para otras formas de vida. En condiciones anormales los microorganismos reaccionan produciendo diferentes efectos, los cuales pueden visualizarse a corto o a largo plazo (Dworkin, 2006).

A lo largo del tiempo, el avance de las poblaciones y culturas humanas, se fue adaptando al entorno local, usando y modificando recursos naturales. Los ecosistemas sufrieron modificaciones a nivel macroscópico incidiendo sobre la flora y fauna, como a nivel microscópico, donde se vieron afectadas las poblaciones de: bacterias, hongos, actinomicetes y protozoos. Una consecuencia principal de este deterioro fue la pérdida de la biodiversidad, en tanto fueron desapareciendo organismos de espectros genéticos puntuales como también se vieron modificadas las poblaciones por disminución en número de especies y variedades (Antón, 1999).

La biodiversidad es la expresión de la heterogeneidad de un sistema biológico, la cual se reconoce según la escala que se emplee en su análisis (Matteucci, et al., 1999).

La pérdida de cobertura vegetal es uno de los factores que incide en la desertificación. Se trata de un proceso resultante del impacto de la presión humana sobre los ecosistemas, sobre todo en regiones áridas y semiáridas, las cuales son muy vulnerables. La desertificación es un proceso complejo, de efecto duradero que se ve fuertemente intensificado por las sequías y por la acción antrópica a través de prácticas inadecuadas. En los ecosistemas áridos las áreas degradadas son de difícil y costosa recuperación (Morello, 2000).

El agua dulce es un recurso que se ve amenazado por la explotación y la mala gestión de las cuencas: ríos, arroyos, lagos, etc., como también, por su degradación ecológica. El vertido de aguas residuales sin tratamiento previo constituye la principal causa de la degradación, suponiendo un grave riesgo para la salud cuando las mismas están asociadas al uso humano, ya sea para recreación, riego o consumo (OPS, 2000). Esto se debe, principalmente, a la contaminación por agentes biológicos de origen fecal, microorganismos patógenos, los cuales pueden producir enfermedades infecciosas y consecuentes epidemias (Madigan, 2004).

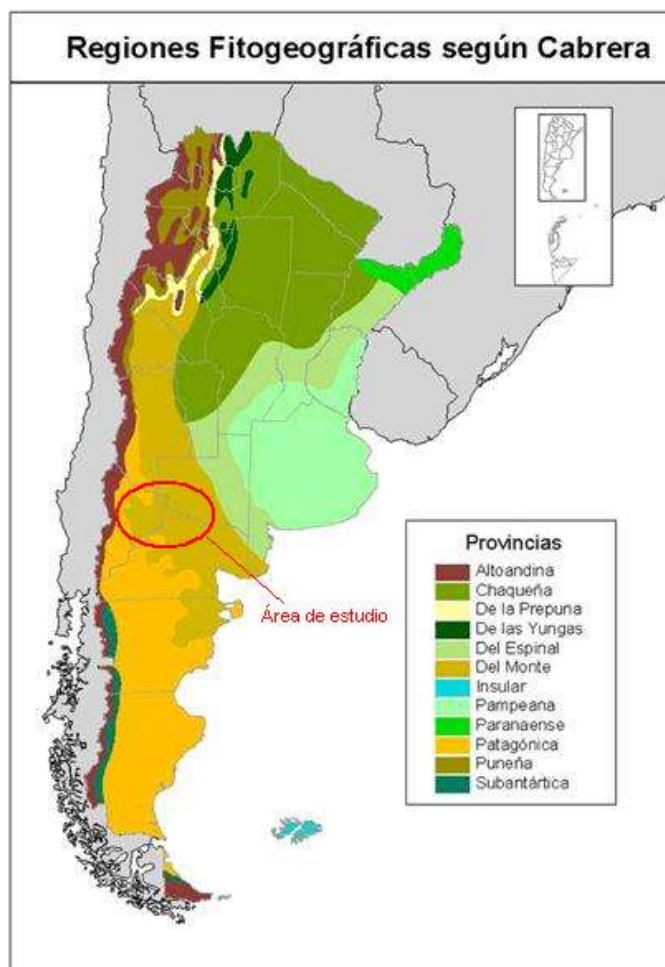
Tanto el Área de Microbiología Ambiental del CeHaS como el LIEN basan sus trabajos de investigación sobre los microorganismos y la vegetación y fauna, como indicadores sensibles de las condiciones ambientales de los ecosistemas de estudio. Su análisis y la detección de cambios, espaciales y temporales, juegan un papel central en la evaluación y el seguimiento de los recursos naturales. El conocimiento, e información sobre el estado de los ecosistemas es fundamental para que los organismos gubernamentales y no gubernamentales, actúen responsablemente al momento de decidir sobre el uso y manejo de los recursos naturales.

Área de Estudio

El área de estudio en las cuales se abocan estas investigaciones pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte, subunidad Monte Austral, específicamente en las provincias de Neuquén y Río Negro (Fig. 1). El

Monte Austral se encuentra representado por ambientes áridos y semiáridos, y caracterizados por la heterogeneidad espacial de la vegetación y de las condiciones ambientales.

Fig. 1:
Ubicación de la Provincia Fitogeográfica del Monte y el área de estudio.



La vegetación predominante es la estepa arbustiva xerófila, caracterizada por especies del género *Larrea* sp., *Prosopis* sp., *Schinus* sp. (Cabrera, 1971), entre otras. Las condiciones ambientales se caracterizan por un déficit hídrico asociado a bajas precipitaciones, alto grado de insolación, evapotranspiración elevada, suelos pobres en materia orgánica, amplitud térmica marcada y diferencia altitudinal. Las especies de plantas que predominan se adaptan para soportar o eludir las condiciones adversas y en general presentan características xeromorfas (hojas duras y pequeñas o ausentes, cutículas gruesas), y pueden presentar tres tipos de estrategias de asimilación: follaje permanente resinoso, follaje estacional y ramas verdes (Gandullo et al., 2004). La vegetación se encuentra escasamente distribuida y se organiza en patrones de parches alternados con áreas de suelo desnudo, lo que refleja la escasa disponibilidad de agua y nutrientes (Pazos et al. 2007).

Las ciudades pertenecientes a esta área de estudio (Norpatagonia), nuclea la actividad socio-económica de la región. Neuquén tuvo una gran expansión poblacional en un corto período de tiempo, en el cual el crecimiento fue exponencial a partir de 1980. En dicha época, Neuquén comenzó a transitar un proceso de incremento demográfico por la migración interna a escala nacional y la proveniente de Chile (Fainberg et al., 2006). Este crecimiento no fue acompañado por una planificación urbano/ambiental adecuada, y por consiguiente surgieron graves problemas ambientales.

Objetivo general del presente trabajo

Comentar las líneas de investigación relacionadas a perturbaciones ecológicas en ecosistemas del Monte Austral, realizadas por docentes-investigadores nucleados en el CeHaS y en el LIEN, pertenecientes a la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud de la UNCo.

Objetivos particulares.

A) Objetivos de las investigaciones realizadas en el LIEN⁵

Una de las líneas de investigación se desarrolla a través de un Proyecto de Investigación acreditado por la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación titulado “Diversidad y componentes “clave” de tetrápodos superiores y plantas, en un gradiente sucesional de disturbio en áreas del Monte Austral” (Código U006). El objetivo general es generar conocimiento sobre los componentes “clave” en la sucesión primaria y en la sucesión secundaria de los ecosistemas alterados en áreas del Monte Austral, e interpretar la funcionalidad ecosistémica para establecer bases científicas aplicables a procedimientos tendientes a la conservación de ecosistemas áridos en la Patagonia.

B) Objetivo de las investigaciones realizadas en el CeHaS⁶

La otra línea de investigación comenzó su desarrollo a través de un Proyecto Institucional titulado “Estacionalidad de bacterias indicadoras de contaminación fecal, en suelos de barrios neuquinos regados con agua de fuentes no controladas”, cuyo objetivo principal fue determinar el grado de contaminación microbiológica existente en suelos urbanos de la ciudad de Neuquén. De este proyecto se desprendieron dos trabajos de tesis de grado, cuyos objetivos fueron:

- Analizar las características microbiológicas (microorganismos heterótrofos totales y bacterias coliformes fecales), del agua de un arroyo de la ciudad de Neuquén, usada para riego, que presenta contaminación producto del vertido de efluentes sin previo tratamiento.
- Analizar los suelos de calles urbanas regadas con agua de fuentes no controladas, con las mismas técnicas microbiológicas con las que se analiza el agua.
- Aislamiento e identificación de enterobacterias a partir de muestras de suelos de calles de barrio y agua del arroyo.
- Evaluación de la persistencia de bacterias coliformes en suelo en diferentes estaciones del año las cuales pasan por periodos de riego y no riego.
- Evaluación de la respuesta a antimicrobianos de las cepas aisladas para determinar la existencia de resistencia y correlacionarlo con el riesgo para la salud de las poblaciones aledañas.

Materiales y métodos

A) Metodología de las investigaciones desarrolladas por el LIEN:

Para analizar los parámetros biológicos y ecológicos tendientes a evaluar el efecto de las perturbaciones producidas por el hombre y las respuestas a las intervenciones en ecosistemas áridos de la Patagonia, se realizan salidas de campo para: determinar zonas degradadas, relevar flora con transectas de vegetación y determinación de sus atributos, relevar fauna mediante avistaje de aves, determinación de huellas y signos de presencia. Con los datos obtenidos se realizan análisis estadísticos y se determina la heterogeneidad ambiental/ecológica, identificación de especies claves a indicadoras.

B) Metodología de las investigaciones desarrolladas por el CeHaS:

Para evaluar la calidad de los recursos hídricos y de suelo se tomaron muestras representativas, tanto de agua del arroyo como de suelo de calles regados con dichas aguas. Para determinar la contaminación microbiológica se realizaron análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, por medio de la técnica: Fermentación en tubo múltiple (NMP) para miembros del grupo de los coliformes (APHA, 1991). Se realizó también recuento de microorganismos heterótrofos aerobios mesófilos totales mediante la técnica de Recuento por el Número más Probable (APHA, 1991). Mediante relevamiento a campo de la zona de estudio se intentó identificar el origen de dicha contaminación. Este plan de trabajo se aplicó a lo largo de dos estaciones climáticas: verano e invierno. Se realizaron además antibiograma a los microorganismos aislados e identificados para determinar resistencia, sensibilidad intermedia o sensibilidad de los mismos a antimicrobianos por el método de difusión en disco (método de la OMS), utilizando discogramas de la serie bacilos BGN1 y BGN2 (Laboratorios Britania), con medio de cultivo Mueller-Hinton.

⁵ Dirigido por: María C. Navarro (LIEN).

⁶ Coordinado por: Bact. Ana María Manacorda.

Resultados

A) Resultados de las investigaciones desarrolladas en el LIEN

Este proyecto de Investigación se está desarrollando y dentro del mismo ya hay alumnos de grado que realizan sus trabajos de tesis. Los resultados son preliminares y aún están en análisis, pero por ser este proyecto continuación de dos anteriores se pueden transferir aquí los resultados obtenidos en ellos:

- El área protegida Municipal "Paso Córdova" (General Roca – Río Negro) perteneciente al Monte Austral, es un área sometida a diversos impactos relacionados con actividades recreativas (motocross, enduro, mountain bike, trekking), extracción de especies vegetales para uso doméstico, depósito de basura de diferentes orígenes (escombros, podas de árboles de casas particulares), entre las principales.
- El área protegida El Mangrullo (El Chocón - Neuquén) está sometida a un fuerte sobrepastoreo por la presencia de ganado caprino, vacuno y equino.
- El área del Yacimiento Río Neuquén está sometida a diversos tipos de explotación de la industria petrolera (explanadas, picadas, canteras).

En cuanto a la flora y fauna de las áreas mencionadas, si bien las riquezas específicas son altas (130 especies de plantas, 118 especies de aves, 24 especies de mamíferos y 14 especies de reptiles), los impactos a las que son sometidos ponen en riesgo la persistencia de esta diversidad.

El uso extensivo y actividades recreativas llevadas a cabo en ambientes naturales del Monte, ponen en riesgo la funcionalidad ecosistémica, dadas las condiciones de fragilidad de la región de Monte. Por ello, se han implementado talleres de educación ambiental, con los diferentes actores, en convenio con la Municipalidad de Gral. Roca (Río Negro) y Municipalidad de Neuquén. Se elevó propuesta de zonificación de las áreas recreativas para controlar y contrarrestar la fragmentación a la que se están viendo sometidas. Se han realizado acciones de restauración en canteras del Yacimiento Río Neuquén, con acondicionamiento del terreno para reordenar el paisaje y recomposición florística y de vegetación.

En el marco de estos proyectos se realizaron numerosas publicaciones, presentaciones a congresos y tesis de Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental, en áreas sometidas a diferentes disturbios: Área Natural Protegida Municipal Parque Norte en el periurbano neuquino; Área Protegida Provincial El Mangrullo de Neuquén; Área Natural Protegida Municipal Paso Córdova en General Roca, Río Negro; Yacimiento Río Neuquén de la empresa petrolera Petrobras. A su vez el grupo cuenta entre sus integrantes con una Beca de Iniciación de CONICET.

B) Resultados de las investigaciones desarrolladas en el CeHaS

El proyecto de investigación institucional ha dado desarrollo a dos tesis^{7 8} de grado. Las investigaciones de dichas tesis estuvieron enfocadas a la contaminación del agua de un arroyo (Arroyo Durán), que en su recorrido atraviesa la ciudad de Neuquén y que recibe aporte de efluentes sin previo tratamiento, y a la contaminación del suelo producto del riego de las calles urbanas de barrios neuquinos con agua extraída de dicho arroyo. Se relevaron cuatro barrios de la ciudad que se encuentran en estrecha relación con el arroyo, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- En relación al recuento de microorganismos heterótrofos aerobios mesófilos totales hallados en muestras de suelo, no presentan variaciones significativa entre estación verano e invierno, y tampoco en los diferentes horarios de muestreo pero su número es mayor que lo encontrado en suelos que no se riegan con agua de este arroyo (suelo control). Esto se atribuye al gran número de estos microorganismos en el agua contaminada y a la adaptación y persistencia de los mismos en los suelos en épocas que no se riegan.
- Con respecto al recuento de los microorganismos coliformes fecales hallados en muestras de suelo, la existencia de estos se evidenció tanto en verano como en invierno y serían producto del riego con agua contaminada proveniente del arroyo ya que los mismos no aparecen en el suelo control (regado con agua no contaminada).

⁷ "Presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal en suelos de calles de ripio de la ciudad de Neuquén". Lic. Cuadros Daniela Patricia. Febrero del 2005. ESSA – UNCo.

⁸ "Persistencia de microorganismos coliformes en suelos urbanos con contaminación antrópica discontinua". Lic. Pezzullo S. Desirée. Noviembre del 2007. ESSA – UNCo.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

- Del análisis del agua del arroyo con la cual se regaban las calles, y de muestras de suelo se realizaron aislamientos e identificación de microorganismos coliformes fecales, los análisis fueron realizados durante ambas estaciones (invierno y verano). Los resultados determinaron que todas las bacterias identificadas pertenecen a la familia de las *Enterobacteriaceae*, identificándose: *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Proteus*, *Salmonell*, *Serratia* y *Shigella*.
- Se evaluó la resistencia a antimicrobianos de las cepas aisladas. En el cuadro N° 1 se indica el grado de resistencia a los antibióticos: resistencia (R) y sensibilidad intermedia (SI).

Cuadro N° 1: Resistencia de enterobacterias a antibióticos					
Microorganismo aislado	Serie de discograma	Antimicrobiano	Halo (mm)	R	SI
<i>Escherichia coli</i>	BGN1	Ampicilina + sulbactama	14		X
<i>Enterobacter aerogenes</i>	BGN2	Colistina	10		X
<i>Serratia liquefaciens</i>	BGN1	Ampicilina + sulbactama	0	X	
		Cefotaxima	0	X	
	BGN2	Colistina	10		X
		Cefuroxima	0	X	
		Cloramfenicol	10	X	
		Cefalotina	0	X	
<i>Enterobacter agglomerans</i>	BGN1	Piperacilina	13	X	
		Ceftadizama	16		X
		cefotaxima	12	X	
	BGN2	Colistina	9		X
<i>Serratia odorifera</i>	BGN1	Ampicilina + sulbactama	10	X	
		Cefotaxima	0	X	
	BGN2	Trimetroprima + sulfametoxazol	7	X	
		Aztreonam	18		X
		Cloramfenicol	7	X	

Estudios como los de Kelley & col, 1998, determinan que la capacidad de resistencia a antimicrobianos que porten dichas bacterias puede ser transmitida a otras que no la poseen (por mecanismos de recombinación genética), las cuales puede continuar con esta dispersión. Constituyendo esto un factor de riesgo para el ambiente y la salud de los pobladores cercanos, a parte del que ya existe por la exposición permanente que genera el riego de calles con agua contaminada.

Conclusión

El rápido crecimiento y expansión de la población humana y el veloz deterioro del ambiente, lleva a una constante pérdida de especies, por lo que es inminente y necesario implementar acciones de conservación y recuperación para mantener en buenas condiciones los sistemas base de los ambientes. Los principios ecológicos ofrecen pautas para la preservación de la biodiversidad y el manejo del ambiente para el uso sustentable y sostenido.

Así mismo la introducción en el suelo de bacterias provenientes del tracto intestinal humano (familia *Enterobacteriaceae*) como consecuencia de prácticas antrópicas inadecuadas puede producir cambios ecológicos en la flora microbiana nativa de dicho suelo como por ejemplo la transferencia de resistencia a antibióticos por mecanismos de recombinación genética con el consiguiente riesgo ambiental y para la salud de los pobladores que estén en contacto con dicho ambiente. Esto requiere realizar una buena disposición de las excretas y realizar controles de calidad para el agua de riego.

Por todo lo expuesto, las recomendaciones comunes al resultado de todas estas investigaciones tendientes a mitigar estos disturbios serían que se debe insistir en la educación ambiental, fomentando el respeto y valoración de los recursos naturales y mejorar la gestión urbano/ambiental.

Bibliografía

- Antón D. J. 1999. Diversidad, globalización y la sabiduría de la naturaleza. Piriguazú Ediciones. Montevideo. 12:257-258.
- American Public Health Association (APHA). American Water World Association & Water Pollution Control Federation. 1989. Standard Methods for the Examination of the water and Waste Water. 17th ed. Washington DC, USA. Editorial Diaz de Santos.
- Atlas R.M., Bartha R. 1998. Microbial Ecology: Fundamentals and Applications. 4th ed. Benjamin/Cummins, Menlo Park, California.
- Bertiller, M. B., Marone L., Baldi R., Ares J. O. 2009. Biological interactions at different spatial scales in Monte desert of Argentina. Journal of Arid Environments 73: 212-221.
- Cabrera, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 14: 1-42
- Dworkin M., Falkow S. & Co. 2006. A Handbook on the Biology of Bacteria: Symbiotic Associations, Biotechnology, Applied Microbiology. 3th ed. Vol 1. Springer. New York.
- Fainberg A., Piccinini O., Mendia J., Engelland S., Arroyo L. 2006. Hacia una Gestión Regional en Oasis irrigado. Centro Experimental de la vivienda y el equipamiento urbano, FIUNC.
- Gandullo R., Coscaron Arias C., Gastiazoro J., Bünzli A. 2004. Flora Típica de las Bardas del Neuquén y sus Alrededores. UNCo - Petrobras.
- Grant W. D., Long P. E. 1989. Microbiología Ambiental. Ed. Acribia S.A.
- Madigan M. T., Martinko J., Parker J, 2004. Brock, Biología de los microorganismos. 10º Edición. 1036 pp. Editorial Pearson Prentice Hall.
- Matteucci S. D., Solbrig O. T., Morillo J., Halffter G. 1999. Biodiversidad y Uso de la Tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. pp. 1-67-383.
- Morello J. H., Pengue W. A. 2000. Economía Ecológica y Biodiversidad: Un enfoque desde el Sur. GEPAMA. Publicado en Realidad Económica, Ciencia y Sociedad. Instituto Argentino para el Desarrollo Económico. N° 173:149-154.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2000. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Publicación científica N° 572.
- Osborn M. A., Smith C. J. 2005. Molecular Microbial Ecology. Taylor & Francis Group. New York.
- Pazos, G.E., Bisigato A.J., Bertiller M. B., 2007. Abundance and spatial patterning of coexisting perennial grasses in grazed shrublands of the Patagonian Monte. Journal of Arid Environments 70: 316-328.
- Rabinovich, J. 1994. Gestión integrada de los recursos naturales en cuencas hidrográficas, en León (ed.) Conocimiento y sustentabilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe. Dolmen Ediciones. Santiago de Chile.
- Reboratti, C. 2000. Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones. 225 pp. Editorial Ariel. Buenos Aires.
- Redclift, M. 1991. Sustainable development: exploring the contradictions. Routledge, Londres.
- Ricklefs, R. E. 1998. Invitación a la Ecología. La economía de la Naturaleza. Editorial Panamericana. 692pp.